Cleveland, L. R., Hall, S. R., Sanders, E. P., und Collier, J., 1934. *The wood-feeding roach Cryptocercus, its Protozoa, and the symbiosis between Protozoa and roach.* Mem. Amer. Acad. Arts. Sci. 17: 185-342.

Haskell, P. T., 1958. *Stridulation and associated behaviour in certain Orthoptera. 2: Stridulation of females and their behaviour with males.* Anim. Behav. 6: 27-42.

Howse, P. E., 1962. *The perception of vibration by the subgenual organ in Zootermopsis angusticollis* Emerson *and Periplaneta americana* L. Experientia. 18: 457-458.

— 1963. *Oscillation Movements in the termite Zootermopsis angusticollis* Emerson (Im Druck).

Sumner, E. C., 1933. *The species of the termite genus Zootermopsis* Emerson (=*Termopsis* Hagen). Univ. Calif. Publ. Ent. 6: 197-230.

Thorpe, W. H., 1961. *Bird Song.* Cambridge University Press.

N° 16. **W. Huber und H. Sägesser,** Bern. — Verkeilung und Wölbung der Frontalia beim Reh *(Capreolus capreolus)*. (Mit 7 Textabbildungen)

Naturhistorisches Museum Bern.

1. Fragestellung

Wie wir in einer früheren Arbeit gezeigt haben (Sägesser und Huber, Rev. suisse Zool. 1962) ist die Verkeilung der Frontalia ein Prozess, der früh um den 5. Lebensmonat einsetzt, und der gleichzeitig mit dem Längenwachstum des Schädels, also zu Beginn des 3. Lebensjahres, abgeschlossen ist. Die Mäanderbildung erfasst nie die ganze Frontalnaht; es bleibt vielmehr eine vordere Nahtstrecke ungefaltet. Betrachtet man das Längsprofil ausgewachsener Schädel, so sieht man, dass die Frontalia im Bereich des gefalteten Nahtteils konvex, im Bereich des ungefalteten Teils dagegen konkav gewölbt sind. Querprofile durch den Falt- und den Streckteil zeigen die nämlichen Verhältnisse. Zwischen der Aufwölbung der Frontalia und der Mäanderbildung scheint also eine

kausale Beziehung zu bestehen. Ob dies zutrifft, soll im folgenden untersucht werden.

2. Material und Methode

Die Untersuchung wurde an den 40 männlichen Rehschädeln aus dem Material unserer ersten Arbeit (l. c.) durchgeführt. Dazu kamen noch 104 männliche Schädel aus einem Revier bei Seengen, Aargau (Coll. Eugen Loeb, Bern). In der vorliegenden Arbeit verwenden wir die folgenden Masse bezw. Indices (vgl. Abb. 1):

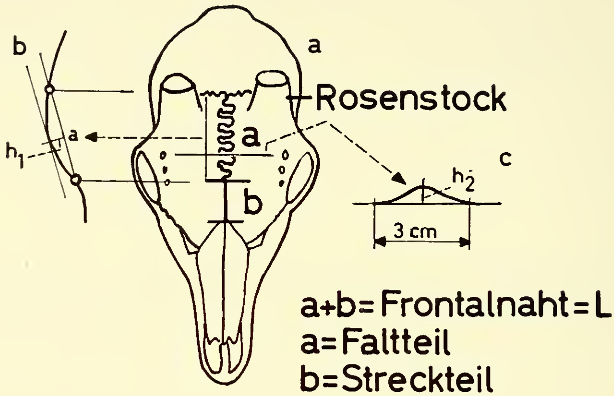


Abb. 1.

a) Rehschädel von dorsal mit der Frontalnaht und den Mess-Strecken; *b)* dorsales Längsprofil, *c)* Querprofil unterhalb der Rosenstockbasis.

Die absolute Länge der Frontalnaht N. Sie wurde beim Material der Sammlung Loeb im Gegensatz zu unserer früheren Untersuchung nicht auf Vergrösserungen fotografischer Aufnahmen gemessen, sondern die Schädel (Trophaeen) wurden in frontaler Ansicht mit Hilfe eines „Optiskops" (einer Art Epiprojektor) direkt bei gleichbleibender, etwa 4,5 facher Vergrösserung gezeichnet, und die Frontalnaht auf den so erhaltenen Zeichnungen mit dem Kartenkurvenmesser gemessen.

Die gerade Länge L der Frontalnaht, gefalteter (a) und ungefalteter (b) Teil.

Der Nahtindex $\frac{N - L}{L}$ (vgl. Sägesser und Huber, l. c.).

Das dorsale Längsprofil des Schädels. Es wurde durch Projektion mit Hilfe des „Optiskops" ermittelt. Als Krümmungsmass des konvexen Frontalbereiches benützten wir den Quotienten aus der geraden Länge des Faltteils a und der grössten Höhe des Bogens h_1 (Abb. 1 b): Krümmung = h_1/a.

Die transversale Krümmung der Frontalpartie im Bereiche des Faltteils. Sie wurde mit Hilfe eines Profileurs auf dem Niveau der Rosenstockbasis festgestellt. Als Krümmungsmass diente mangels befriedigender Messpunkte im Stirnbereich der Quotient aus einer Bogenbasis von 3 cm Länge und der Bogenhöhe h_2 (Abb. 1 c): Krümmung = h_2. Die Formeigentümlichkeiten des Querprofils werden durch dieses Krümmungsmass, das vereinfachend die Krümmung eines Kreisbogens angibt, natürlich nicht erfasst (vgl. Seite 276).

Die Altersbestimmung der Trophäen bereitete einige Schwierigkeiten, da uns Gebisse nicht zur Verfügung standen. Es liess sich jedoch eindeutig feststellen, ob Schädel von juvenilen oder von adulten Böcken vorlagen. Wo wir das Alter nicht sicher fixieren konnten, errechneten wir aus den beiden möglichen Extremwerten das Altersmittel [1].

3. Ergebnisse

a) *Faltindex und Kopfgestaltung im Bereiche der Frontalia.*

Um den Anschluss an unsere frühere Untersuchung herzustellen, haben wir zunächst den Faltindex, der ein Mass für den Verkeilungsgrad der Frontalia ist, mit dem Alter in Beziehung gesetzt (Abb. 2). Es zeigt sich die gleiche Streuung, wie wir sie schon damals gefunden hatten. Der Durchschnitt der Faltindices der adulten Böcke liegt jedoch mit einem Wert von 1,95 ± 0,072 etwas tiefer (2,04 ± 0,14). Die beiden Werte sind statistisch nicht voneinander verschieden (P = 78%), dürfen also als identisch betrachtet werden. Die Abb. 2 zeigt, dass die Mäanderbildung an der Frontalnaht gegen Ende des dritten Lebensjahres abgeschlossen ist und nicht, wie in unserer ersten Arbeit auf Grund eines kleineren Materials

[1] Herrn Ernst Hänni, Abt. für Jagd und Naturschutz der Kantonalen Forstdirektion Bern, danken wir herzlich für die Hilfe bei der Altersbestimmung. Ebenso danken wir Herrn Prof. S. Rosin, Bern für die Beratung bei der statistischen Auswertung unserer Messungen.

angegeben, schon am Ende des zweiten Jahres. Ob dies auch für das Längenwachstum des Schädels zutrifft, kann an dem Material der Sammlung Loeb nicht festgestellt werden, weil es sich bei ihm nicht um ganze Schädel, sondern um Trophäen handelt.

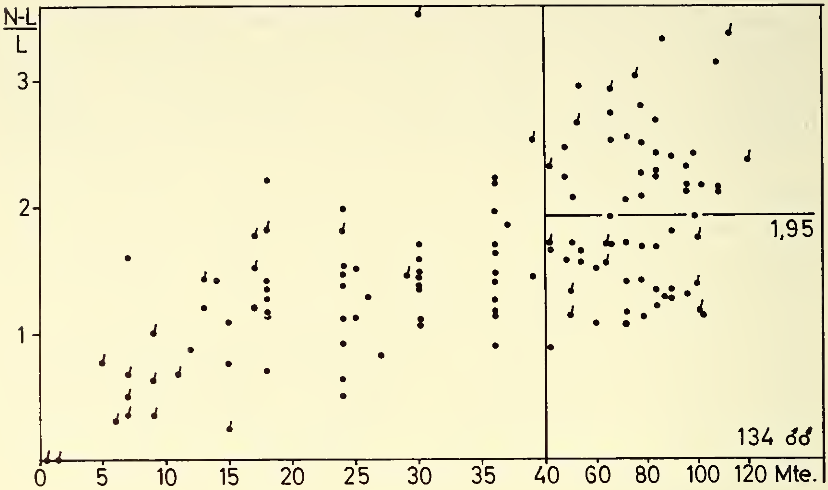


Abb. 2.

Verlauf der Faltung an der Frontalnaht, dargestellt durch den Faltindex. Die Werte vom 40. Lebensmonat an aufwärts wurden für die Bildung des adulten Durchschnitts verwendet (vgl. Sägesser und Huber, l.c.)

Diese Korrektur ist ohne Einfluss auf den früher gezogenen Schluss, wonach der Verkeilungsgrad der Frontalia nicht mit der Grösse der Kopfwaffen korreliert ist. Das Geweih ist ja auch im dritten Jahre noch nicht maximal entfaltet (vgl. Sägesser und Huber, l. c. Abb. 6). Wie einleitend schon bemerkt, ist die Frontalnaht nicht auf ihrer ganzen Länge verkeilt. Es gibt eine vordere Nahtstrecke von konstanter Länge, die dauernd ungefaltet bleibt. Dieser ungefaltete Nahtteil ist sowohl in der Längs- als auch in der Querrichtung konkav eingesenkt. Im Bereich der gefalteten Naht degegen sind die Frontalia in beiden Richtungen median aufgewölbt. Die Umschlagstelle zwischen der konkaven und der konvexen Stirnpartie befindet sich genau dort, wo der ungefaltete in den gefalteten Nahtteil übergeht. Die Koïnzidenz zwischen konvexer Stirnwölbung und Nahtverkeilung lässt vermuten, dass die beiden Erscheinungen entweder eine gemeinsame Ursache

haben oder dass die eine die andere bewirkt, oder wenigstens bedingt.

Um diese Frage zu prüfen, haben wir zunächst die Genese der Schädelwölbung im Bereiche der Frontalia studiert und sodann die Längswölbung und die Querwölbung der konvexen Stirnpartie mit dem Faltindex und mit Breitenmassen der Stirne in Beziehung gesetzt.

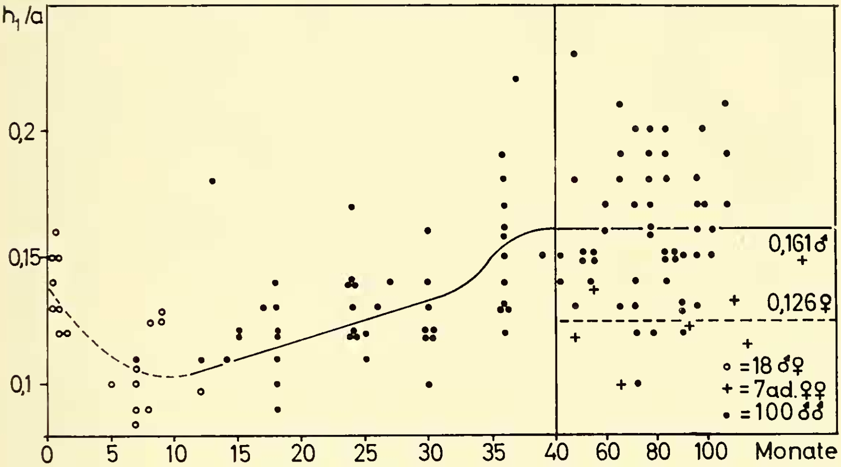


Abb. 3.

Genese der longitudinalen Stirnwölbung. Abszisse: Alter in Monaten. Der Bereich von 0-40 Monaten ist fünffach gedehnt. Ordinate: Krümmungsmass h_1/a des dorsalen Längsprofils.

b) *Genese der longitudinalen Stirnwölbung und ihre Beziehung zum Faltindex der Frontalnaht und zur Schädelbreite.*

Die grafische Darstellung der Abb. 3 gibt die Genese der longitudinalen Stirnwölbung wieder. Sie bezieht sich auf das Material der Sammlung Loeb und dazu kamen einige Schädel junger Tiere sowie die wenigen Schädel adulter Geissen, die wir besitzen. Der Vergleich der juvenilen und der adulten Schädel zeigt einmal, dass die juvenile Längswölbung nicht allmählich in die adulte übergeht, sondern dass die letztere verhältnismässig spät (10. Monat) auftritt und bereits nach 36 Monaten ihr Maximum erreicht. Der Unterschied zwischen den jungen (15.-30. Monat) und den ausgewachsenen Böcken (ab 40. Monat) ist mit einem $P < 1\%$, die

beschleunigte Aufwölbung der Stirne zwischen dem 30. Monat (Mittelwert der Krümmung = 0,126 ± 0,007) und dem 36. Monat (Mittelwert 0,151 ± 0,007) mit einem P = 2% gesichert. Interessant ist der Befund, dass die longitudinale Stirnwölbung der adulten Geissen gesichert (P = 2‰) von derjenigen der Böcke verschieden ist, obwohl die Nahtindices bei beiden übereinstimmen (Sägesser und Huber, l. c.).

Wie aus dem Vergleich der Abbildungen 2 und 3 hervorgeht, fällt der letzte Anstieg der longitudinalen Stirnwölbung bei den Böcken zeitlich mit dem Ende der Mäanderbildung an der Frontalnaht zusammen. Man hat den Eindruck, dass ein gegen die Medianebene gerichteter Wachstumsschub, der zur Verkeilung der Stirnbeine führt, zuletzt durch eine Verstärkung der Stirnwölbung aufgefangen wird. Die dynamischen Voraussetzungen für eine Abhängigkeit zwischen Mäanderbildung und Längswölbung scheinen also gegeben zu sein, und so frägt es sich, ob zwischen beiden eine ursächliche Beziehung besteht.

In der Abb. 4 a ist die Stirnkrümmung der adulten Böcke zum Nahtindex in Beziehung gesetzt. Es zeigt sich dabei nur eine schwache Korrelation zwischen den beiden (P = 2,5%). Daraus und aus der Tatsache, dass die Geissen bei gleich intensiver Mäanderbildung eine schwächere Stirnwölbung aufweisen als die Böcke, müssen wir schliessen, dass die Längswölbung der Frontalia zwar im Zusammenhang mit ihrer gegenseitigen Verkeilung verstärkt wird, dass sie jedoch noch andere Ursachen hat. Um hier klarer zu sehen, versuchten wir herauszufinden, ob im Stirnbereich noch andere Formbeziehungen existieren. Dabei war besonders darauf zu achten, ob bei den Böcken die Stirnform von den Rosenstöcken beeinflusst wird.

Auf der Abb. 4 b ist die Längswölbung der Frontalia mit der Breite des Gesichtsschädels (kleinste Orbitalbreite) und in der Abb. 4 c mit der Stellung der Rosenstöcke (Distanz zwischen den Rosenstöcken) in Beziehung gesetzt. Es lassen sich keine Korrelationen feststellen. Die Stellung der Stirnzapfen hat also keinen Einfluss auf die Längswölbung der Frontalia. Damit ist nicht gesagt, dass sich ihre Existenz doch, unabhängig von ihrer Stellung und ihrer Dicke, auf die Stärke dieser Wölbung auswirken kann. Diese Vermutung wird jedenfalls durch die Tatsache der geringeren Stirnwölbung bei den rosenstocklosen Geissen nahegelegt.

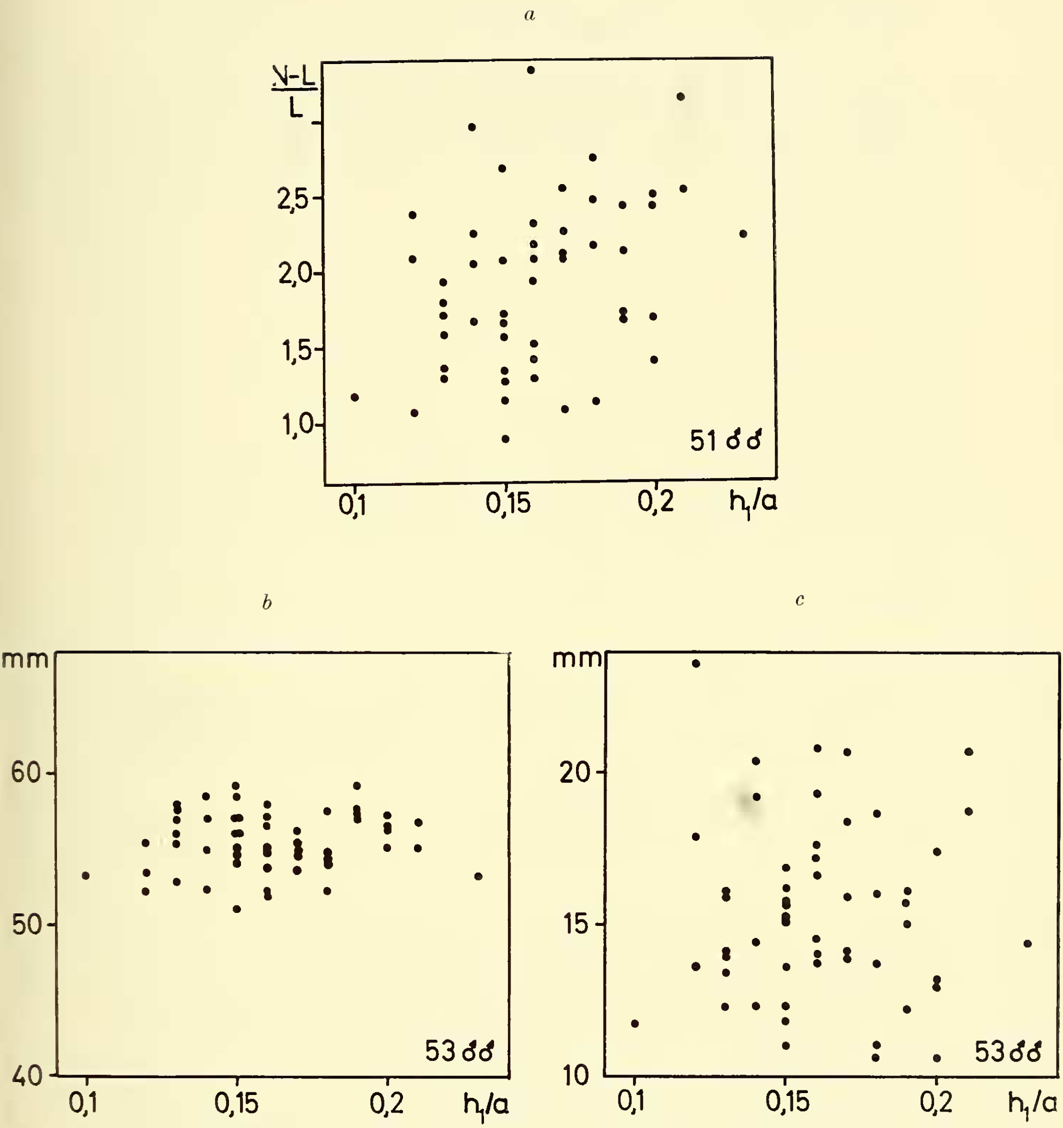


Abb. 4.

a) Abhängigkeit des Faltindex der Frontal naht von der dorsalen Längswölbung des Faltteils, *b)* Abhängigkeit der Breite des Gesichtsschädels (kleinste Breite zwischen den Orbita) von der dorsalen Längswölbung des Faltteils, *c)* Abhängigkeit der Distanz zwischen den Rosenstöcken von der dorsalen Längswölbung des Faltteils.

c) *Genese der transversalen Stirnwölbung und ihre Beziehung zum Faltindex der Frontalnaht und zur Schädelbreite.*

Im Gegensatz zur longitudinalen zeigt die transversale Stirnwölbung im Verlaufe des Kopfwachstums nur eine äusserts schwache Zunahme. Stellt man die Schädel der 15-30 Monate alten Tiere den adulten gegenüber, so ergibt sich für die ersteren ein Mittelwert

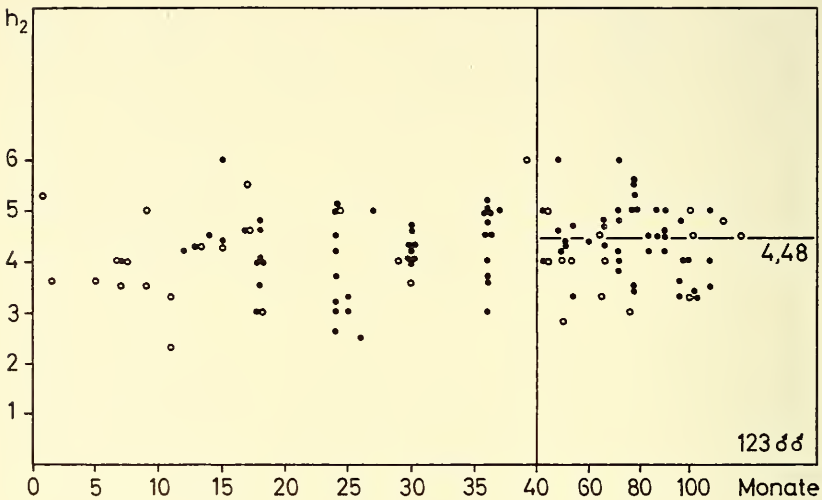


ABB. 5.

Genese der transversalen Stirnwölbung. Abszisse: Alter, Ordinate: Krümmung h_2 (vgl. Abb. 3)

von 4.11 ± 0.13. für die letzteren ein solcher von 4,48 ± 0,1. Die Differenz ist mit einem P = 3% schwach gesichert (Abb. 5). Damit ist gezeigt, dass die juvenile Querwölbung fast unverändert in jene des adulten Schädels eingeht. Sie kann also nicht die Folge der Prozesse sein, die zur Verkeilung der Frontalia führen. Sie ist auch nicht die Ursache der Mäanderbildung, denn es lässt sich zwischen ihr und dem Faltindex keine Korrelation feststellen (Abb. 6 a). Sie ist andererseits, wie aus den Abb. 6 b und 6 c hervorgeht, auch nicht mit der Breite des Gesichtsschädels (kleinste Orbitalbreite) oder der Stellung der Rosenstöcke (Distanz zwischen den Rosenstöcken. P = 33%) korreliert. Man kann

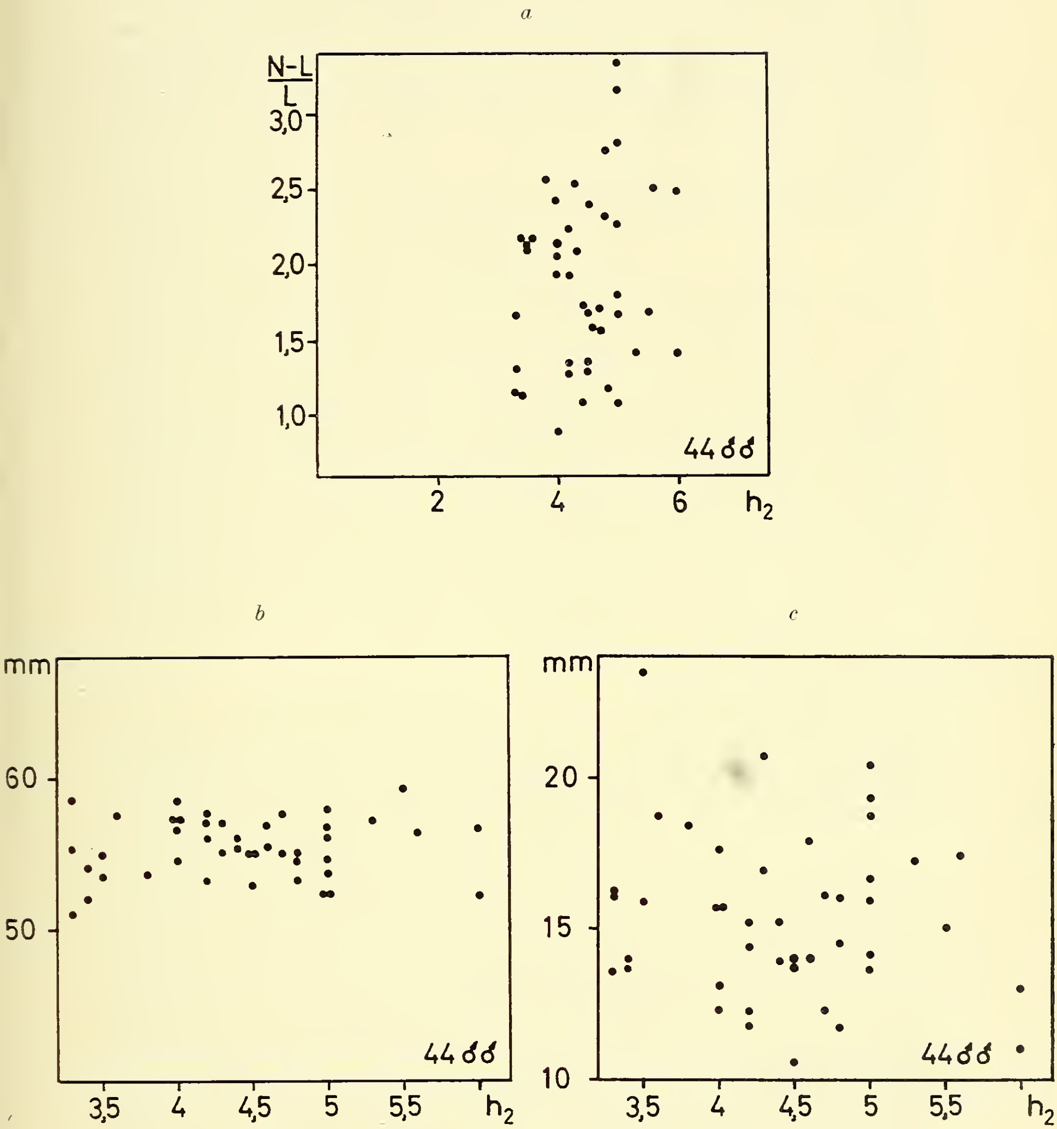


ABB. 6.

a) Abhängigkeit des Faltindex der Frontalnaht von der dorsalen Querwölbung im Bereich des Faltteils, *b)* Abhängigkeit der Breite des Gesichtsschädels von der dorsalen Querwölbung, *c)* Abhängigkeit der Distanz zwischen den Rosenstöcken von der dorsalen Querwölbung.

jedoch nicht übersehen, dass die mediane Stirnpartie im Bereich der verkeilten Frontalnaht bei den adulten Böcken einen schwachen Wulst bildet. Die Mäanderbildung modifiziert offensichtlich das Querprofil. Während dieses bei den juvenilen Tieren annähernd die Form eines Kreisbogens hat, ist es bei den adulten mehr dachförmig, wobei die mediane Nahtzone wulstig verrundet erscheint (Abb. 7).

Damit ist gezeigt, dass die transversale Stirnwölbung weder die Ursache noch die Folge der Maeanderbildung an der Frontalnaht ist. Sie geht aus dem juvenilen Schädel fast unverändert in den adulten über und erfährt hier durch die Verkeilung der Frontalia eine charakteristische, metrisch jedoch schwer fassbare Modifikation. Ob sie im Gegensatz zur longitudinalen Stirnwölbung, die im Zusammenhang mit der Mäanderbildung auftritt, ein Bedingungsfaktor für die Verkeilungsprozesse an der Frontalnaht darstellt, lässt sich auf dem Wege einer metrischen Analyse nicht entscheiden.

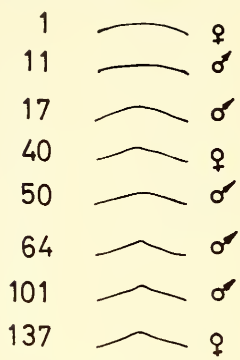


ABB. 7.

Die Veränderung des dorsalen Querprofils im Bereiche des Faltteils der Frontalnaht in Abhängigkeit vom Alter. Die Zahlen geben das Alter der Schädel in Monaten an.

4. Schlussbetrachtung

Betrachten wir die Schädel juveniler, 2-3 Monate alter Rehe, so sehen wir, dass ihre Stirnpartie in der Längs- und in der Querrichtung gerundet ist, und dass die Frontalia mit glatter, gerader Naht zusammenstossen. Die dorsale Rundung der Schädel gibt jene des Gehirns wieder. Im Verlaufe des Wachstums wird die Querwölbung nur geringfügig verstärkt. Die Längswölbung dagegen nimmt bis zum 7. Lebensmonat im Zusammenhang mit der Streckung des Schädels ab, nimmt dann mit Einsetzen der Verfaltungsprozesse an der Frontalnaht wieder zu und erfährt am Ende der Wachstumsperiode noch eine sprunghafte Verstärkung, die zeitlich mit dem Abschluss der Mäanderbildung zusammenfällt (Abb. 3).

Bei den Rehgeissen bleibt die dorsale Längswölbung der Stirn hinter derjenigen der Böcke zurück. Wir schliessen daraus, dass die Ossifikationsprozesse bei ihnen weniger intensiv sind,

wohl deshalb, weil bei ihnen keine Stirnzapfen aufgebaut werden müssen. Die Ossifikation der Frontalia geht von lateralen Zentren aus radial vor sich und dabei kommt es an der Frontalnaht infolge des Ossifikationsdruckes zu einer gegenseitigen Verzahnung der Stirnbeine. Materialüberschuss führt darüber hinaus zu einer Verdickung der Frontalia im Nahtbereich und zu einer Verstärkung der Längskrümmung. Wie wir gesehen haben, wirkt sich die Verstärkung der Nahtzone auch im Querprofil aus. Ausser diesen Prozessen ist augenscheinlich auch das Endhirn für die dorsale Längskrümmung verantwortlich.

Die Umschlagstelle, wo der ungefaltete konkave Teil der Frontalnaht in den gefalteten konvexen übergeht, bezeichnet genau den vordersten Punkt des Endhirns. Die Frontalia verwachsen auf der konkaven Nahtstrecke nicht gegenseitig, sondern werden nach der Tiefe zu mit dem Ethmoid verbunden. Die Bildung der Umschlägsränder wird dabei wohl durch die konkave Stirnkrümmung erleichtert oder gar gewährleistet, so dass wir diese als Bedingungsfaktor für das Ausbleiben einer gegenseitigen Verkeilung ansprechen dürfen.

N° 17. **H. Sägesser und W. Huber,** Bern. — Metrische Beziehungen der Rosenstöcke zum Geweih und zur Frontalnaht beim Reh *(Capreolus capreolus)*. (Mit 6 Textabbildungen.)

Naturhistorisches Museum Bern.

1. Fragestellung

Die Frontalnaht der adulten Rehe besteht aus einem vorderen gestreckten und einem hinteren gefalteten Teil (Abb. 1, b und a). Der erstere ist bei beiden Geschlechtern gleich lang. Seine adulte Länge ist schon in dem Zeitpunkt festgelegt, da sich der Faltteil a zu verkeilen beginnt. Dieser wird anfänglich bei Böcken und Geissen länger, später nur noch bei den Böcken. Bei diesen erreicht er eine Länge von 47,05 $\pm$ 1,11 mm und ist von demjenigen der